

DEGRADATION OF POLLUTANTS ORGANIC WASTE WATER PLANT PALM OIL USING BIOFILTER LIFE ZEOLIT FOR THE MEDIA LIFE OF FISH AQUACULTURE

By

Juwita Sari¹⁾, Budijono²⁾ and M.Hasbi²⁾

Abstract

This research has been conducted in October – November 2012 millers located in PT. PN V Sei Galuh District Tapung Kampar regency. Intended to find out the effectiveness of a decrease in persistent organic pollutants in waste water POM with biofilter process mediated zeolite of bermedia levels of fish cultivation in wastewater. Liquid waste from land application pool and then processed on the zeolite mediated biofilter reactor, then the results are tested as a medium of live aquaculture .Samples (BOD dan COD) taken three sampling points and analyzed in the laboratory of the Departement of public works and microbiology later than No. KepmenLH. 122 2004. The measurement results,the value of the effectiveness of media processing reactor BOD parameter from 47.4 to 90.8 and COD from 43.4 to 79.4, while the effectiveness of the reactor without media processing parameters BOD from 0.3 to 0.5 % and 1.6 COD – 2 %. Concentration values of BOD and COD processing results not meet quality standards. Conditions of media processed water is better than without the media with a percentage of 40% in the goldfish , fish oreochromis niloticus at 63 % and 90 % in fish Clarias Batrachus.

Key words: Biofilter, waste water, aquaculture fish life Media

1. Students of the Faculty of fisheries and marine sciences, Riau University
2. Lecturer of the Faculty of fisheries and marine sciences, Riau University

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Luas perkebunan kelapa sawit di Indonesia saat ini mencapai $\pm 7,3$ juta hektar dengan produksi $\pm 21,5$ juta ton *crude palm oil* (CPO) per tahun dan akan terus berkembang. Pada tahun 2014 mendatang, diperkirakan mencapai ± 10 juta hektar (<http://riaubisnis.com>). Salah satu provinsi yang turut memberikan kontribusi sebagai produsen kelapa sawit dan CPO nasional adalah Provinsi Riau dengan luas perkebunan sawit mencapai 2,3 juta ha dan telah mendorong berdirinya 155 unit pabrik minyak kelapa sawit (PMKS). Salah satunya adalah pabrik minyak kelapa sawit (PMKS) PT. Perkebunan Nusantara V.

Selain CPO dan inti sawit, PMKS juga menghasilkan kuantitas limbah cair yang sangat besar dan mengandung polutan organik tinggi yang dapat meningkatkan kekeruhan, BOD, COD, NH_3 , logam berat dan depleksi O_2 terlarut dalam perairan sungai. Untuk itu, buangan limbah cair PMKS perlu diolah dan tiap PMKS wajib memiliki instalasi pengolahan limbah cair (IPLC). Terkait hal ini, PMKS PT. Perkebunan Nusantara V Sei Galuh telah memiliki IPLC sebagai bentuk kewajiban perusahaan untuk menghindari pencemaran perairan.

Namun pada kenyataannya, limbah cair yang telah diolah di IPLC masih di atas baku mutu. Hal ini dapat dilihat dari hasil magang Yusmidar (2011) yang memperoleh nilai BOD 1.040,6 mg/l, COD 3.031,63 mg/l, suhu 31°C, TSS 565

mg/l, NH_3 54,12 mg/l, minyak dan lemak 44,5 mg/l serta pH 7,45 di outlet (*land application pond*). Dengan kondisi limbah cair demikian belum layak jika dibuang ke perairan, karena merujuk dari KepMenLH No. 122/MENLH/2004 Lampiran B yang mensyaratkan nilai BOD 100 mg/l dan COD 350 mg/l. Untuk mengantisipasi hal tersebut, PMKS PT. Perkebunan Nusantara V Sei Galuh telah menerapkan *Land application*, dimana limbah cairnya dimanfaatkan sebagai pupuk untuk mengurangi pemakaian pupuk selama ini di lahan perkebunan sawit.

Buangan limbah cair PMKS yang diolah dengan biofilter bermedia zeolit dapat direduksi agar buangan limbah cair tersebut dapat dimanfaatkan kembali (*reuse*) untuk kegunaan lain, diantaranya adalah sebagai media pemeliharaan ikan mas (*Cyprinus Carpio*). Mason (1980) menyatakan bahwa ikan mas (*Cyprinus carpio*) dapat dijadikan sebagai ikan uji, karena ikan mas memenuhi syarat-syarat organisme yang cocok untuk uji hayati yaitu : (1) organisme harus sensitif terhadap material beracun dan perubahan lingkungan, (2) penyebarannya luas dan mudah didapat dalam jumlah yang banyak, (3) mempunyai arti ekonomi, rekreasi dan kepentingan ekologi baik secara daerah maupun nasional, (4) mempunyai kondisi yang baik, bebas dari penyakit dan parasit, (5) sesuai untuk kepentingan uji hayati.

1.2 Perumusan Masalah

Kondisi kualitas limbah cair PMKS masih di atas baku mutu

menunjukkan belum efektifnya kinerja instalasi pengolahan limbah cair (IPLC) PMKS dalam mendegradasi polutan organik sehingga limbah cair tersebut dapat mengancam keberlangsungan hidup dan kehidupan biota perairan. Degradasi polutan organik dengan biofilter bermedia zeolit merupakan salah satu upaya untuk memanfaatkan kembali (*reuse*) limbah cair PMKS dan memberikan hasil nyata bahwa hasil olahan limbah cair PMKS dapat mendukung kelangsungan hidup ikan, maka dilakukan uji biologi dengan menggunakan ikan mas (*Cyprinus carpio*). Tetapi masalahnya yang menarik untuk dilakukan penelitian adalah sejauh ini belum diketahui seberapa besar efektivitas biofilter bermedia zeolit dalam mendegradasi polutan organik limbah cair PMKS dan juga belum diketahui seberapa besar limbah cair yang telah diolah dapat mendukung kelangsungan hidup ikan mas.

1.3 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk (1) mengetahui efektivitas degradasi biofilter bermedia zeolit dengan kombinasi proses anaerob dan aerob dalam menurunkan polutan organik limbah cair PMKS dan (2) mengetahui hasil olahan limbah cair PMKS dengan biofilter bermedia zeolit tersebut dapat dijadikan media hidup ikan mas.

Dari hasil penelitian ini juga diharapkan dapat memberi manfaat dan informasi lebih luas tentang teknologi alternatif dalam pengolahan limbah cair pabrik sawit sehingga dapat diterapkan

dimasyarakat dan hasil olahan limbah tersebut dapat dijadikan sebagai tempat/media organisme ikan. Hasil penelitian ini di samping dapat dimanfaatkan dapat dijadikan sebagai masukan bagi pihak instansi terkait dalam upaya pengolahan buangan air limbah pabrik minyak kelapa sawit.

1.4 Hipotesis

1. Terdapat kinerja biofilter bermedia zeolit dengan kombinasi anaerob-aerob dapat meningkatkan degradasi polutan organik limbah cair pabrik minyak kelapa sawit.
2. Air olahan limbah cair PMKS dengan biofilter zeolit kombinasi anaerob-aerob dapat digunakan sebagai media hidup ikan mas (*Cyprinus Carpio*).

III. BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan oktober - november 2012 di Pabrik Kelapa Sawit PT. PN V Sei Galuh Kecamatan Tapung Kabupaten Kampar. Analisis parameter kualitas limbah cair seperti BOD dan COD dilaksanakan di Laboratorium Dinas Pekerjaan Umum (PU) sedangkan analisis total bakteri dilaksanakan di Laboratorium FMIPA.

Limbah cair yang digunakan untuk penelitian ini berasal dari limbah cair pada kolam *Land Application* karena letak kolam tersebut berdekatan dengan sumber listrik dan keadaan limbah cair yang tidak terlalu padat atau menggumpal.

Metode penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan menempatkan unit reaktor Biofilter di lokasi PMKS PT.PN V

Sei Galuh. Penempatan unit reaktor tersebut untuk memudahkan memperoleh limbah cair yang akan diolah secara kontinyu

Media Biofilter yang digunakan dalam penelitian ini yaitu media Zeolit, media zeolit diperoleh dari Laboratorium Teknologi Pengolahan Limbah berupa pecahan batu dengan permukaan yang tidak beraturan. Batu zeolit terserbut dipecahkan sebanyak 20 kg dengan ketinggian dalam reaktor 38 cm. Limbah cair tersebut ditampung dalam sebuah drum dengan bantuan pompa air agar diperoleh masukan limbah cair secara kontinyu, limbah cair yang ditampung dalam suatu bak penampung dengan kapasitas 171 liter.

VI. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Suhu

Nilai Suhu Limbah Cair pada Tiap Titik Pengambilan Sampel.

Pengamatan	Nilai Suhu ($^{\circ}\text{C}$)		
	Reaktor Biofilter Anaerob-		Aerob
	Inlet (T1)	Biofilter Anaerob (T2)	Biofilter Aerob (T3)
I	38	37	36
II	30	29	28
III	30	28	27

Pengamatan **Reaktor Tanpa Media (Kontrol)**

	Inlet	Kontrol	Kontrol II
--	-------	---------	------------

	(T1)	I (T4)	(T5)
I	38	38	37
II	30	29	28
III	30	29	27

Sumber : Data Primer

Pada tabel diatas menunjukkan bahwa nilai suhu limbah cair PMKS dari inlet (T1) reaktor bermedia maupun reaktor tanpa media (kontrol) mempunyai nilai suhu yang sama. Selama penelitian Pengambilan sampel dan pengukuran nilai suhu dilakukan pada titik yang sama, yaitu air limbah dalam bak penampung yang belum diolah.

Selanjutnya pengamatan nilai suhu pada (T1) mengalami penurunan dari 38 menjadi 30 $^{\circ}\text{C}$. Adanya variasi nilai suhu limbah cair selama pengamatan dipengaruhi kondisi cuaca, hal ini disebabkan karena adanya pengaliran limbah cair secara kontinyu dari reaktor anaerob menuju reaktor aerob serta adanya kontak langsung dengan udara pada saat berada di reaktor aerob yang terbuka. Meskipun menurut Salmin (2005) menyatakan bahwa suhu optimum untuk perkembangan mikroorganisme (bakteri) dalam proses penguraian bahan organik berkisar 32 - 36 $^{\circ}\text{C}$.

4.2. Parameter pH

Pengamatan	Nilai pH		
	Reaktor Bermedia		
	Inlet (T1)	Biofilter Anaerob (T2)	Biofilter Aerob (T3)
I	7	7	7
II	7	7	7

	III	7	7	7
	Reaktor Tanpa Media			
Pengamatan	Inlet (T1)	Kontrol I (T4)	Kontrol II (T5)	
I	7	7	7	
II	7	7	7	
III	7	7	7	

Dari table 5 Kisaran nilai pH tiap pengamatan memiliki nilai yang relatif stabil, nilai pH pada masing - masing titik terdapat persamaan nilai pH antara pengamatan pertama, kedua dan ketiga yaitu nilai pH 7. Hal ini disebabkan karena pada kolam anaerobik primer di IPLC terjadi penambahan kapur yang bertujuan menaikkan pH, sehingga pH limbah cair menjadi netral dan dapat dilakukan pembibitan bakteri. Begitu juga halnya dengan nilai pH limbah cair yang terdapat di outlet direaktor Biofilter media zeolit proses Anaerob (T2), reaktor biofilter bermedia zeolit proses aerob (T3), kontrol 1 (T4) dan kontrol 2 (T5) disini dapat dilihat bahwa aliran limbah cair yang masuk ke reaktor biofilter media zeolit proses anaerob-

aerob dan kontrol tidak memberi pengaruh terhadap nilai pH limbah cair PMKS .

Derajat keasaman (pH) air akan sangat menentukan aktivitas mikroorganisme. Aktivitas mikroorganisme berlangsung cukup baik pada pH antara 6,5 - 8,3. Pada pH yang sangat kecil atau sangat besar, mikroorganisme tidak aktif atau bahkan akan mati (Darsono, 2007). Berdasarkan baku mutu limbah cair PMKS pada Keputusan Menteri Lingkungan Hidup pada lampiran B No 122 tahun 2004 mengenai buangan limbah cair pabrik kelapa sawit nilai pH yang berlaku berkisar 6,0 - 9,0.

4.3. Parameter DO

	Nilai DO (mg/l)		
	Reaktor Bermedia Zeolit		
Pengamatan	Inlet (T1)	Biofilter Anaerob (T2)	Biofilter Aerob (T3)
I	1,62	1,51	1,63
II	1,32	1,30	1,32
III	1,74	1,52	2
	Reaktor Tanpa Media		
Pengamatan	Inlet (T1)	Kontrol I (T4)	Kontrol II (T5)
I	1,62	1,30	1,32
II	1,32	1,28	1,29
III	1,74	1,12	1,18

Pada tabel 7 dapat dilihat bahwa nilai DO pada inlet (T1) limbah cair sebelum diolah selama pengamatan memiliki nilai yang sama. Pengamatan nilai DO

mengalami perubahan Baik pada bak penampung (inlet), biofilter anaerob, biofilter aerob dan kontrol I dan kontrol II), Perubahan konsentrasi DO ditiap reaktor pengolahan limbah

cair selama tiga kali pengamatan ini mengalami Fluktuasi yaitu berkisar 1,62-1,74 mg/l. Fluktuasi tersebut disebabkan karena volume limbah cair yang dihasilkan oleh PMKS dan jumlah TBS yang diolah menjadi CPO setiap hari. Semakin banyak CPO yang diolah maka semakin besar volume limbah cair yang dihasilkan, rendahnya nilai DO pada inlet karena tidak adanya penambahan oksigen dikolam pengolahan instalasi pengolahan limbah cair PMKS.

Pengamatan pada outlet biofilter zeolit proses anaerob (T2) dan biofilter zeolit proses aerob (T3) nilai DO berkisar 1,51-1,52 mg/l pada (T2) menjadi 1,63-2 mg/l pada (T3). nilai DO pada reactor biofilter zeolit proses anaerob (T2) dan reactor biofilter zeolit proses aerob (T3) lebih rendah dibandingkan nilai DO pada inlet (T1). Akibat

rendahnya nilai DO yang terkandung dalam limbah cair di outlet biofilter zeolit proses anaerob-aerob (T2-T3) disebabkan oleh bakteri yang menempel pada atas permukaan media zeolit yang memanfaatkan oksigen dalam penguraian polutan organik. Menurut Salmin (2005), kandungan oksigen terlarut minimum yang dapat mendukung kehidupan ikan adalah 2 mg/l dalam keadaan normal dan tidak tercemar oleh senyawa beracun (toksik). Jika dibandingkan dengan pendapat Salmin (2005), maka nilai BOD air limbah setelah diolah dengan proses biofilter bermedia zeolit kombinasi anaerob-aerob baik pada reaktor bermedia maupun tanpa media telah mampu mendukung kehidupan ikan.

4.4. Parameter BOD

Reaktor Biofilter Bermedia Zeolit						
Pengamatan	Nilai BOD (mg/l)			EP BOD (%)		
	T1	T2	T3	T1-T2	T2-T3	T1-T3
I	2520	1890	1325	25	29,9	47,4
II	2163,5	1512,5	1025	30	32,2	52,6
III	1003,5	634	92,3	37	85,4	90,8
Reaktor Tanpa Media (Kontrol)						
Pengamatan	Nilai BOD (mg/l)			EP BOD (%)		
	T1	T4	T5	T1-T4	T4-T5	T1-T5
I	2520	2518,3	2512	0,1	0,2	0,3
II	2163,5	2159,2	2157,5	0,2	0,1	0,2
III	1003,5	1000,5	998,5	0,3	0,2	0,5

Sumber : Data Primer

Pada tabel diatas menunjukkan bahwa nilai BOD pada inlet (T1) limbah cair sebelum diolah selama pengamatan memiliki nilai yang sama. Hal ini disebabkan pengambilan sampel dilakukan pada titik yang sama, yaitu air limbah

dalam bak penampung yang belum diolah. Selama waktu pengamatan, nilai BOD pada (T1) mengalami penurunan yaitu berkisar 2520-1003,5 mg/l karena dipengaruhi oleh kuantitas TBS kelapa sawit yang diolah setiap hari. Semakin banyak TBS kelapa sawit yang diolah, maka semakin besar pula buangan limbah

cair yang mengandung polutan organik Selain itu juga dipengaruhi oleh mikroorganisme (bakteri) yang terkandung di tiap unit kolam IPLC dalam mendegradasi polutan organik tersebut.

Selanjutnya limbah cair dari inlet (T1) tersebut dialirkan ke reaktor biofilter zeolit proses anaerob (T2) maupun reaktor control 1 proses anaerob (T4), dimana nilai BOD di kedua reaktor tersebut mengalami penurunan. Penurunan tertinggi terjadi pada T1 ke T2 dengan nilai BOD dari 1890 mg/l menjadi 634 mg/l dengan efektivitas 25 % – 37%. Sedangkan nilai BOD di outlet kontrol (T4) dari 2518,3 mg/l menjadi 1000,5 mg/l dengan nilai efektifitas 0,1% – 0,3%. Tingginya penurunan nilai BOD pada reaktor biofilter zeolit proses anaerob disebabkan tertahannya bahan organik yang tersuspensi pada media zeolit yang akan diuraikan oleh mikroorganisme terutama bakteri yang melekat pada media zeolit. Kisaran nilai Total bakteri yang terdapat di media zeolit selama pengamatan berkisar $5,0 \times 10^4$ CFU - $7,1 \times 10^7$ CFU. Mikroba anaerob dengan tidak adanya oksigen akan mengoksidasi senyawa organik menjadi sel-sel baru dan senyawa akhir seperti CH_4 , H_2O , H_2S . Menurut Balch *et al.* dalam Husin (2008), pada proses anaerob senyawa organik yang terkandung dalam air limbah akan didegradasi menjadi gas metan (CH_4), Hidrogen sulfide (H_2S), sejumlah kecil hydrogen (H_2O).

Senyawa organik → Sel baru +
Mikroba CH_4, H_2O, H_2S

Hasil penguraian senyawa organik dengan proses anaerob belum dapat dibuang keperairan

disebabkan karena air yang diolah dengan proses anaerob menghasilkan gas CH_4 dan H_2S yang bersifat racun (toksik) bagi lingkungan dan biota yang ada diperairan. Maka dari itu perlu adanya proses lanjutan dengan proses aerob dengan tujuan supaya hasil penguraian senyawa organik pada proses anaerob berupa gas yang bersifat toksik bagi kehidupan ikan dapat dihilangkan.

Rendahnya penurunan nilai BOD pada reaktor control 1 (T4) tersebut disebabkan sangat sedikit bahan organik tersuspensi mengalami pengendapan secara alami akibat adanya aliran limbah cair yang masuk ke reaktor tanpa media tersebut. Di samping sangat singkatnya waktu penguraian bahan organik oleh mikroorganisme (bakteri) yang tersuspensi dalam reaktor tanpa media, dan juga sangat sedikitnya jumlah bakteri yang terdapat dalam reaktor yang dapat dilihat dari total bakteri yang ditemukan berkisar $2,9 \times 10^4$ CFU - $2,4 \times 10^5$ CFU. Polutan organik yang terurai dalam air limbah akan berpengaruh terhadap nilai BOD, dimana semakin rendah kandungan polutan organik dalam air limbah maka nilai BOD akan semakin rendah .

Nilai BOD limbah cair dari T2 - T3 dan dari T4 - T5 sama-sama mengalami penurunan, namun penurunan tertinggi terdapat di T2 – T3 dari kisaran 92,3 – 1325 mg/l dengan efektifitas berkisar 29,9 – 85,4%. Tingginya penurunan BOD yang terjadi di T2-T3 disebabkan oleh tertahannya partikel organik tersuspensi di celah-celah bongkahan zeolit satu dengan zeolit lainnya yang bertumpukan. Dalam kondisi

ini juga bakteri termasuk partikel tersuspensi yang tertahan pada celah-celah media zeolit yang kelak akan tumbuh dan berkembang serta melekat di permukaan media zeolit tersebut. Keberadaan bakteri yang melekat pada media zeolit ditandai dengan total bakteri yang ditemukan berkisar $6,5 \times 10^4$ CFU. Bakteri aerob yang melekat pada permukaan zeolit ini berperan menguraikan bahan organik dengan proses aerob karena pada reaktor ini diberikan suplai udara yang mengandung oksigen sehingga bakteri tersebut memiliki waktu kontak yang lebih lama dalam menguraikan bahan organik, terutama bahan organik yang mudah diuraikan. Dengan tersedianya oksigen, oksidasi biologi secara aerobik mempunyai peranan penting, karena bahan organik akan disintesis menjadi sel-sel baru dan sebagian lagi akan dikonversi menjadi produk akhir seperti CO_2 , H_2O , NH_3 (Said,1996).

Senyawa organik + Oksigen + Mikroorganisme Sintesa + Protoplasma

(Sel baru) → Hasil buangan (CO_2 , H_2O , NH_3)

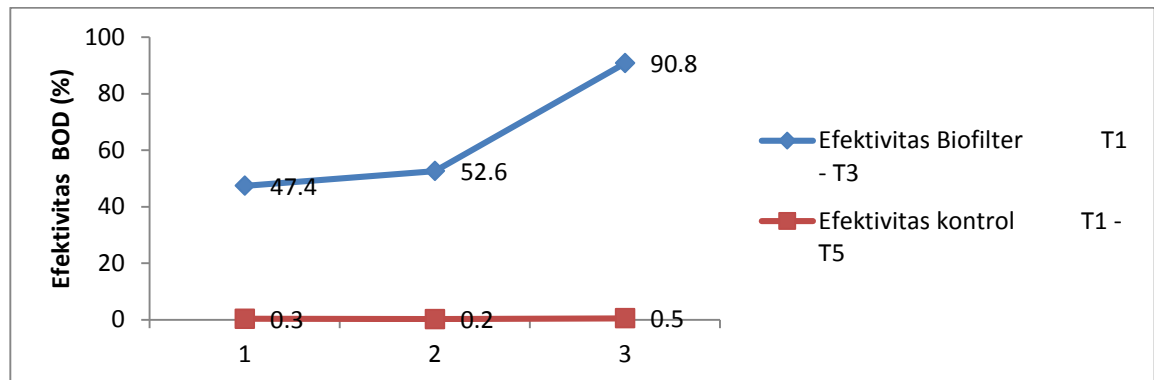
Hasil penguraian senyawa organik dengan proses aerob adanya proses penguraian polutan organik oleh mikroorganisme dengan memanfaatkan oksigen terlarut dalam limbah cair. Menurut Suriawiria dalam Ronal (1996) menyatakan dalam proses aerob dengan adanya penambahan oksigen maka senyawa organik yang terkandung dalam air limbah akan diuraikan menjadi CO_2 , H_2O , NH_3

dan dimanfaatkan dalam proses sintesa (penguraian bahan organik dengan oksigen untuk membentuk sel bakteri yang baru).

Rendahnya penurunan nilai BOD pada reaktor control 2 (T5) tersebut sama halnya yang terjadi pada reaktor control 1 (T4), yaitu: disebabkan oleh bahan organik (tersuspensi dan terlarut) sangat sedikit mengalami penguraian oleh bakteri aerob karena sangat singkatnya waktu kontak antara bakteri tersuspensi dengan bahan organik tersebut yang mudah terbawa aliran keluar dari reaktor kontrol 2 (T5). Selain itu, jumlah bakteri dalam bentuk tersuspensi yang lebih rendah yang ditemukan di reaktor kontrol 2 (T5), yaitu berkisar $2,5 \times 10^4 - 3,0 \times 10^6$ CFU.

Kinerja secara keseluruhan reaktor biofilter bermedia zeolit kombinasi proses anaerob-aerob (T1-T3) dalam menurunkan BOD berkisar 1003,5 - 2520 mg/l menjadi 634 - 1890 mg/l dengan EP BOD $47,4 \rightarrow 90,8$ %. Sedangkan pada reaktor kontrol (T1 - T5), EP BOD berkisar 0,2 - 0,5 %. Hal ini disebabkan tertahannya bahan organik yang tersuspensi pada media zeolit yang akan diuraikan oleh mikroorganisme terutama bakteri yang melekat pada media zeolit. Sedangkan pada kontrol I dan II tidak adanya media yang berfungsi sebagai penahan atau penyaring, sehingga padatan tersuspensi tetap terbawa aliran limbah cair yang berakibat waktu pengendapan dan penguraian oleh bakteri yang sangat singkat. Secara jelas dapat dilihat perbandingan EP BOD (%) di reaktor biofilter bermedia zeolit dan tanpa media zeolit dengan kombinasi

proses anaerob-aerob disajikan pada Gambar 7.



4.5. Parameter COD

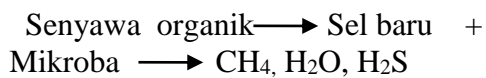
Reaktor Biofilter Bermedia Zeolit						
Pengamatan	Nilai COD (mg/l)			EP COD (%)		
	T1	T2	T3	T1-T2	T2-T3	T1-T3
I	3940	3320	2230	16	32	43,4
II	2410,2	1865	875,2	22,6	53	63,6
III	1560	917,3	320,4	41,2	65	79,4
Reaktor Tanpa Media (Kontrol)						
Pengamatan	Nilai COD (mg/l)			EP COD (%)		
	T1	T4	T5	T1-T4	T4-T5	T1-T5
I	3940	3910	3875	0,7	0,9	1,6
II	2410,2	2400,5	2354	0,4	0,6	1,9
III	1560	1530	1498,2	1,9	2	2

Limbah cair dari inlet (T1) dialirkan ke reaktor biofilter bermedia zeolit (T2) maupun reaktor kontrol (T4) pada proses anaerob. Nilai COD di kedua reaktor tersebut terjadi penurunan. Penurunan yang tertinggi terdapat pada reaktor biofilter zeolit proses anaerob (T2) dengan nilai COD dari 3320 mg/l menjadi 917,3 mg/l dengan efektivitas 16% - 41,2 %. Sedangkan pada nilai COD di outlet kontrol 1 (T4) dari 3910 mg/l menjadi 1530 mg/l dengan nilai EP COD 0,7 - 1,9 %. Tingginya penurunan nilai COD pada reaktor biofilter zeolit proses anaerob disebabkan karena adanya

penggunaan media zeolit sebagai media melekatnya mikroorganisme (bakteri), dimana bakteri yang tumbuh melekat membentuk lapisan *biofilm* yang semakin berkembang selama pengamatan sehingga polutan organik yang terkandung dalam limbah cair yang dapat diuraikan semakin besar. Perkembangan bakteri ini ditunjukkan dengan jumlah bakteri yang semakin bertambah tiap pengamatan dengan total bakteri selama pengamatan berkisar $5,0 \times 10^4$ - $7,1 \times 10^7$ CFU. Adanya bakteri tersebut yang berperan dalam menguraikan bahan organik dalam limbah cair Hal ini sesuai dengan pendapat Said

(2005) yang menyatakan bahwa pertumbuhan mikroorganisme pada media dapat dilihat dari peningkatan efektivitas penghilangan zat organik, dimana efektivitas yang meningkat menunjukkan adanya aktivitas mikroorganisme yang tumbuh semakin banyak dalam mendegradasi polutan organik yang ada dalam air limbah.

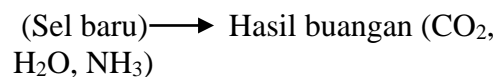
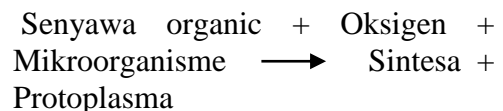
Rendahnya penurunan COD di outlet Kontrol 1 disebabkan oleh bahan organik tersuspensi dan terlarut yang sangat sedikit diuraikan maupun dimanfaatkan oleh bakteri karena singkatnya waktu kontak antara bakteri tersuspensi dengan bahan organik tersebut yang mudah terbawa aliran keluar reaktor control 1. Selama pengamatan total bakteri terdapat di reaktor control 1 berkisar $2,9 \times 10^4$ - $2,4 \times 10^5$ CFU. Mikroba anaerob dengan tidak adanya oksigen akan mengoksidasi senyawa organik menjadi sel-sel baru dan senyawa akhir seperti CH_4 , H_2O , H_2S . Menurut Balch *et al.* dalam Husin (2008), pada proses anaerob senyawa organik yang terkandung dalam air limbah akan didegradasi menjadi gas metan (CH_4), Hidrogen sulfide (H_2S), sejumlah kecil hydrogen (H_2O).



Hasil penguraian senyawa organik dengan proses anaerob belum dapat dibuang keperairan disebabkan karena air yang diolah dengan proses anaerob menghasilkan gas CH_4 dan H_2S yang bersifat racun (toksik) bagi lingkungan dan biota yang ada diperairan. Maka dari itu perlu adanya proses lanjutan dengan proses aerob dengan tujuan supaya hasil penguraian senyawa organik

pada proses anaerob berupa gas yang bersifat toksik bagi kehidupan ikan dapat dihilangkan.

Nilai COD dari T2 - T3 mengalami penurunan dari 2230 mg/l menjadi 320,4 mg/l. Begitu juga halnya dengan COD limbah cair di reaktor kontrol I (T4) yang dialirkan ke reaktor kontrol 2 (T5). Tingginya penurunan COD di reaktor biofilter bermedia zeolit proses aerob (T3) disebabkan oleh bakteri. Selama pengamatan nilai total bakteri pada reaktor biofilter zeolit proses aerob berkisar $6,5 \times 10^4$ - $8,0 \times 10^7$ CFU. Sedangkan rendahnya penurunan COD pada reaktor kontrol 2 sama halnya yang terjadi pada reaktor kontrol 1. Selama pengamatan nilai total bakteri pada reaktor kontrol berkisar $2,5 \times 10^4$ - $3,0 \times 10^6$ CFU. Dengan adanya oksigen, mikroba aerob akan mengoksidasi senyawa organik membentuk sel-sel baru dan bentuk yang lebih stabil disamping menghasilkan CO_2 , H_2O dan NH_3 .

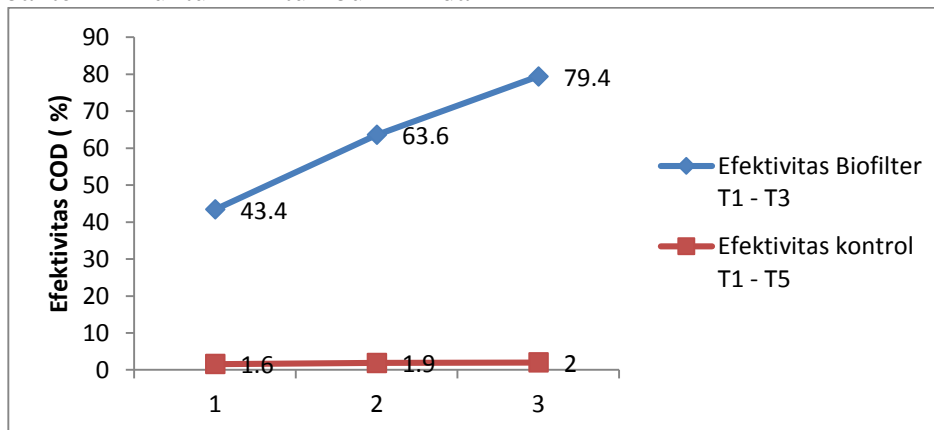


Hasil penguraian senyawa organik dengan proses aerob adanya proses penguraian polutan organik oleh mikroorganisme dengan memanfaatkan oksigen terlarut dalam limbah cair. Menurut Suriawiria *dalam* Ronal (1996) menyatakan dalam proses aerob dengan adanya penambahan oksigen maka senyawa organik yang terkandung dalam air limbah akan diuraikan menjadi CO_2 , H_2O , NH_3 dan dimanfaatkan dalam proses sintesa (penguraian bahan organik

dengan oksigen untuk membentuk sel bakteri yang baru).

Secara keseluruhan, kinerja reaktor biofilter bermedia zeolit kombinasi proses anaerob-aerob (T1-T3) dalam menurunkan COD berkisar 3940 – 2230 mg/l menjadi 1560 – 320,4 dengan EP COD berkisar 43,4 – 79,4 %. Sedangkan nilai kinerja pada reaktor kontrol (T1-T5) dalam menurunkan COD berkisar 3940 – 3875 mg/l menjadi 1560 – 1498,2 mg/l dengan EP COD 1,6 – 2 %. Penurunan nilai COD yang terjadi pada biofilter bermedia zeolit kombinasi anaerob-aerob lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol (I & 2). Hal ini disebabkan tertahannya bahan organik yang tersuspensi pada media zeolit yang akan diuraikan oleh mikroorganisme terutama bakteri yang melekat pada media zeolit. Di samping bahan organik tersuspensi, bahan organik terlarut juga telah dimanfaatkan oleh bakteri untuk tumbuh dan

berkembang yang akhirnya dapat melekat pada permukaan media zeolit yang berperan untuk menguraikan bahan organik tersuspensi yang kompleks. Sedangkan pada kontrol (1 & 2), rendahnya penurunan yang terjadi disebabkan oleh tidak adanya media dan tempat menahannya suatu media sehingga sangat singkatnya waktu penguraian bahan organik oleh mikroorganisme (bakteri) yang tersuspensi dalam reaktor tanpa media (kontrol) sehingga sangat sedikit bahan organik yang terurai. Untuk lebih jelas dapat dilihat perbandingan EP COD selama pengamatan pada reaktor biofilter bermedia zeolit kombinasi anaerob-aerob dan kontrol I & 2 disajikan pada Gambar 8.



4.6. Kelulushidupan Ikan mas, nila dan lele

Jenis ikan	Jumlah ikan awal	Waktu Pengamatan (2 minggu)	Hari pengamatan Kelulushidupan ikan (ekor)				Persentase Kelulushidupan Ikan Uji (%)
			1	2	3	4	
Lele	30	1	29	27	20	15	50
		2	29	28	23	20	66
		3	30	29	28	27	90

Nilai	30	1	0	0	0	0	0
		2	27	25	13	9	30
		3	29	23	24	19	63
Mas	30	1	0	0	0	0	0
		2	0	0	0	0	0
		3	20	18	13	12	40

Sumber : Data Primer

Pada Tabel 8, dapat dilihat persentase kelulushidupan ikan lele 90%, ikan nila hanya mencapai 63 % dan persentase kelulushidupan yang terendah adalah ikan mas sebesar 40%.

Ikan Lele (*Clarias* sp.) merupakan salah satu dari berbagai jenis ikan yang sudah banyak dibudidayakan di Indonesia, dalam habitatnya ikan lele sangat fleksibel, dapat dibudidayakan dengan padat penebaran tinggi, pertumbuhannya sangat pesat, dan dapat hidup pada lingkungan dengan kadar oksigen rendah. Habitat ikan lele di alam adalah di perairan tergenang yang relatif dangkal, ada pelindung atau tempat yang agak gelap dan lebih menyukai substrat berlumpur. Kualitas air yang dianggap baik untuk kehidupan lele adalah suhu yang berkisar antara 20-30°C, akan tetapi suhu optimalnya adalah 27°C, kandungan oksigen terlarut > 3 ppm, pH 6.5-8 dan NH₃ sebesar 0.05 ppm (Khairuman dan Amri, 2002).

Suhu air yang optimum untuk mendukung pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) berkisar antara 25-30 °C, sedangkan pH optimal adalah 6,5 - 8,5, namun masih dapat hidup pada kisaran pH 4-12 (Bardach dan lelono, 1986 diacu dalam Haryono *et al.* 2001). Hal ini diperkuat pula oleh Anonim (2011) bahwa suhu air yang disarankan untuk ikan nila adalah 28-30 °C (82-86 °C). Selanjutnya

dikatakan bahwa kadar oksigen terlarut yang layak bagi kehidupan ikan tidak boleh kurang dari 2 ppm dengan asumsi tidak ada bahan-bahan toksik yang masuk. Kisaran oksigen terlarut yang layak untuk kehidupan biota air tawar menurut EPA (1991) adalah tidak boleh kurang dari 4,0 ppm, sedangkan menurut Peraturan Pemerintah No.20 Tahun 1990 persyaratan kandungan oksigen yang minimum untuk perikanan adalah tidak boleh kurang dari 3,0 ppm.

Menurut Chervinski (1982), ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dapat hidup pada air tawar. McLeese (1956) menerangkan bahwa untuk mengatasi kondisi yang tidak baik bagi kelangsungan hidup ikan akibat perubahan suhu yang mencolok dalam waktu singkat, dilakukan aklimatisasi terhadap ikan yang akan ditempatkan dalam lingkungan yang baru. Selanjutnya dikatakan bahwa kematian ikan sering terjadi pada awal perubahan lingkungan karena ikan tersebut harus menyesuaikan diri.

Ikan mas (*Cyprinus Carpio*) yang dimasukkan ke dalam akuarium berisi hasil olahan limbah cair PMKS. Pada hari pertama ikan dimasukkan ke dalam akuarium, respon ikan terlihat aktif dan bergerak agak cepat keatas permukaan, pada hari kedua ikan berenang kepermukaan dengan bergerombolan lalu mengalami stress dan beberapa jam setelah itu ikan

mati semua. Kematian ikan selama pengamatan disebabkan oleh masih tingginya polutan organik yaitu nilai BOD yang masih diatas baku mutu dan oksigen yang masih rendah serta diduga tingginya konsentrasi TSS, amoniak, dan minyak lemak.

Kelulushidupan ikan mas dengan persentase 40% juga didukung oleh parameter kualitas air lain seperti suhu, derajat keasaman (pH) yang diukur sebelum ikan mas dimasukkan dan diakhir pengujian dalam waktu dua minggu .

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Degradasi polutan organik limbah cair PMKS dengan menggunakan Biofilter kombinasi anaerob-aerob bermedia zeolit untuk kelulusan hidup ikan mas (*cyprinus carpio*). menunjukkan adanya penurunan pada konsentrasi polutan organik dilimbah cair PMKS PT. PN V Sei Galuh. Dimana untuk parameter BOD masih berada diatas baku mutu limbah cair PMKS yaitu dari 2520 mg/l menjadi 92,3 mg/l, sedangkan untuk parameter COD yaitu dari 3940 mg/l menjadi 320,4 mg/l. Pada DO konsentrasi yaitu 2 mg/l dan parameter lain yang diukur telah memenuhi baku mutu menurut KepMenLH No. 122/2004 lampiran B mengenai buangan limbah cair PMKS.

Selanjutnya, pengujian pada ikan mas (*Cyprinus carpio*) Pada pengamatan pertama, kedua dan ketiga memberikan hasil pengujian pada kontrol tidak ada yang hidup, Sedangkan pada akuarium untuk perlakuan menggunakan reaktor Biofilter kombinasi Anaerob-Aerob

kelulushidupan ikan mas mencapai 40%, ikan lele (*Clarias batrachus*) 90% dan ikan nila (*Oreochromis niloticus*)63 %.

5.2. Saran

Dari hasil penelitian diperlukan penambahan reaktor untuk meningkatkan efektivitas penurunan polutan organik yang terkandung dalam air limbah sehingga kualitas air limbah hasil olahan dibawah baku mutu yang telah ditetapkan. Adanya pengembangan teknik reaktor pengolahan terutama pada media biofilter anaerob-aerob.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G. dan Santika, S.S. 1984. Metode Penelitian Air. Usaha Nasional. Surabaya. 309 halaman.
- Arvin,E.andHarremoes,p.1990.Concepts And Models For Biofilm Reactor performance.pp 177-192 dalam technical Advance in Biofilm Reactors.Water Science and Technologi.Bernard.J.(editor). Vol 22.Number 1/2 1990. Printed in Great Britian.
- Arlinda, 2011. Study Of Comparative Chemical Quality Of Compost Made From Oil Palm Bunches With Activator Of Activated Sludge Coca Cola, Cocomas And Bokashi Compost. Universitas Andalas.
- Anonim. 2011. Informasi Mineral dan Batubara (Nikel). Tekmiral.esdem.go.id. tgl 16 – 02 - 2011.